

Santeri Linnossuo

Nadcap-sertifikaattien myöntämisprosessi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka

Insinöörityö

23.5.2016

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Santeri Linnossuo Nadcap-sertifikaattien myöntämisprosessi 29 sivua + 3 liitettä 23.5.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Lehtori Arto Yli-Pentti
<p>Insinööriyössä tarkastellaan kansainvälisen ilmailualan ja puolustuksen yhteenliittymä Nadcapin sertifikaattien myöntämisprosessia sekä hakijayrityksien suorittamia sisäisiä tarkastuksia. Nadcap valvoo ilmailualan valmistajien toimintaa, pyrkien varmistamaan että valmistajat seuraavat alan standardeja ja näin ollen tuottavat turvallisia, luotettavia tuotteita. Nadcap valvoo tuotantoa järjestämällä tarkastuksia sertifikaattia hakeville lentokoneosavalmistajille. Hyväksytystä tarkastuksesta ansaittu sertifikaatti on myönnytys tiukat kriteerit täyttävästä laadusta lentokoneiden osavalmistuksessa.</p> <p>Tämä insinööriyö perehtyy sisäiseen tarkastukseen aiheesta Chemical Processing (CP), sisältäen pinnoitukset ja maalauksen, sekä perehtyy tarkastuksen suorittamiseen sekä sertifikaatin vaatimuksiin. Sisäisen tarkastuksen tarkoituksena on varmistaa, että yritys on valmis varsinaiseen Nadcapin auditoijan suorittamaan viralliseen tarkastukseen ja se suoritetaan Nadcapin laatiman kysymyslistan avulla. Sisäisessä tarkastuksessa syvennytään sertifikaatin vaatimuksiin sekä selvitetään, ovatko yrityksen toimintatavat linjassa Nadcapin kriteerien kanssa. Mahdolliset poikkeamat kirjataan ylös ja mikäli puutteita havaitaan, ne pyritään oikaisemaan ennen varsinaista tarkastusta. Tarkastelun alaisena on suomalainen lentokoneosavalmistaja Patricomp, jolla on olemassa entuudestaan kaksi Nadcap-hyväksyntää: Nondestructive Testing (NDT) ja Heat Treatment (HT).</p> <p>Aiempien sertifikaattiansa vuoksi Patricomp on perehtynyt Nadcapin vaatimuksiin ja yrityksen toimintatapa seuraa Nadcapin linjauksia. Sisäisen tarkastuksen perusteella edellytykset Chemical Processing -sertifikaattiin ovat siis hyvät. Tarkastuksessa huomattiin kuitenkin myös kehityskohteita sekä pieniä puutteita, erityisesti liittyen prosessiliuosten tarkkailuun.</p>	
Avainsanat	Nadcap, ilmailuala, laatu, sertifikaatti

Author(s) Title Number of Pages Date	Santeri Linnossuo Nadcap certification process 29 pages + 3 appendices 23.5.2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Materials Technology and Surface Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Arto Yli-Pentti, Senior Lecturer
<p>The thesis examines the certification process of Nadcap, international aviation industry and defense co-operative and the internal audits carried out by the applicants. Nadcap monitors the operations of aviation manufacturers in order to ensure that the manufacturers are the following industry standards and therefore produce safe, reliable products. Nadcap oversees the production by organizing audits for manufacturers that have applied for a certificate. The certificate earned from a clear audit is a concession of high quality in aircraft component manufacturing.</p> <p>This thesis studies about the internal audit of Chemical Processing (CP), including spraying and painting as well as certification requirements. The internal audit aims to ensure that the company is ready for the official examination carried out by Nadcap's auditor. The internal audit explores the certificate requirements using a question list prepared by Nadcap, and determines whether the company's practices are in line with Nadcap's criteria. Possible deviations are recorded, and if deficiencies are identified, they are intended to be corrected before the actual examination. The manufacturer under review is a Finnish company named Patricomp, which has already earned two Madcap certificates for Nondestructive Testing (NDT) and Heat Treatment (HT).</p> <p>Because of its previous certifications, Patricomp is familiar with the requirements of Nadcap and their way of working. They follow Nadcap's policies, and on the basis of this the internal audit results, their chances to earn the certificate of Chemical Processing are good. However, the audit also noted areas for development as well as some small flaws, particularly with regard to the monitoring of process solutions.</p>	
Keywords	Nadcap, aviation industry, quality, certificate

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Nadcap	2
2.1	Tuotannolliset hyödyt	2
2.2	Kaupallisesti eteenpäin	3
3	Sertifikaatin myöntäminen	5
3.1	Tarkastus eli auditointi	5
3.2	Kysymyslistat	7
3.3	Prosessit	8
3.4	Hyväksymisen kriteerit	9
4	Patricompin sisäinen tarkastus	11
4.1	Patricomp Oy	11
4.2	Sisäinen tarkastus	11
4.3	Työvaiheet	12
4.4	Perehtyminen	13
4.5	Sisäinen tarkastus	13
4.5.1	Seurantataulukko	14
4.5.2	Tarkastajan kelpoisuus	15
4.5.3	Tuotanto-osien tarkastus	16
4.6	Työmääräin	16
4.7	Työohjeet	17
5	Tartari -riikkihappoanodisointiprosessi	17
5.1	Prosessin kulku	18
5.2	Huomautukset prosessista	18
6	Poikkeamat ja kehitysehdotukset	19
6.1	Poikkeamat työohjeissa	19
6.2	Jatkuva kehitys ja näyttö	20

6.3	Osien tarkastuksessa havaittu poikkeama	21
6.4	Liuosten tarkkailu	21
6.5	Kellojen kalibrointi	23
7	Tulokset	23
7.1	Toimivat taulukot ja tietojen päivittäminen	23
7.2	Kysymyslistan tulokset	24
8	Yhteenveto	26
	Lähteet	28
	Kysymyslista s.13- AUDIT CRITERIA FOR CHEMICAL PROCESSING	1
	Liitteet	
	Liite 1. Kysymyslista s.13- AUDIT CRITERIA FOR CHEMICAL PROCESSING	
	Liite 2. Työohjeiden vertailutaulukko	
	Liite 3. Työohjeiden korjaustaulukko	

Lyhenteet

JAA	The Joint Aviation Authorities. Euroopan ilmailuvirasto.
FAA	The Federal Aviation Administration. Yhdysvaltojen ilmailuvirasto.
Nadcap	The National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program. Kansainvälinen ilmailualan ja puolustuksen yhteenliittymä, joka järjestää tarkastuksia lentokoneosavalmistajille.
PRI	The Performance Review Institute. Hallinnoi Nadcapia.

1 Johdanto

Insinööritö tarkastelee kansainvälisen ilmailualan ja puolustuksen yhteenliittymä Nadcapin sertifikaattien myöntämisprosessia. Saavutettu sertifikaatti on myönnytys tiukat kriteerit täyttävästä laadusta lentokoneidensavalmistuksessa. Laatu varmistetaan haki-jayritykselle suoritettavassa tarkastuksessa.

Lentokonevalmistajat ja osavalmistajat toimivat Yhdysvaltojen (FAA) ja Euroopan (JAA) ilmailuviranomaisten valvonnan alaisuudessa. Toimiluvan saaminen ja yritystoiminnan tarkastukset eli auditoinnit ovat edellytyksenä toimiluvan saamiselle ja sen ylläpitämi- seen. Nadcap-tarkastus on yksi käytössä olevista tarkastusmalleista.

Nadcap-tarkastukset on jaettu valmistusprosessien mukaan, joista jokaiseen voidaan hakea oma sertifikaattinsa. Tässä insinööritöössä tarkastellaan hakuprosessia yleisesti ja syvennyttään kemiallisiin prosesseihin yhteistyössä suomalaisen lentokoneosavalmis- taja Patricompin kanssa. Tarkastus on monivaiheinen prosessi, ja tässä työssä aloitettiin Patricompin sisäinen tarkastus, apuna virallisessakin tarkastuksessa käytettävä Nad- capin kysymyslista - checklist. Sisäinen tarkastus valmistelee yritystä varsinaista tarkas- tusta varten selvittämällä ja tarkkailemalla yrityksen toimintatapoja. Havaintojen avulla toimintaa kehitetään eteenpäin tavoitteena parantaa laatua ja minimoida virheisiin mah- dollistavat tekijät. Lisäksi syvennyttään Nadcap-tarkastuksen rakenteeseen ja käydään läpi sen hyödyt sekä sertifikaatin hylkäysperusteet.

Työn suorittamisesta Patricompilla esitetään vaiheittain työn etenemisen mukaisesti. Po- tentiaalisimmat kehitysehdotukset esitellään työn lopussa yhdessä tulosten ja loppupää- telmien kanssa.

2 Nadcap

The National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program eli Nadcap on kansainvälinen ilmailualan ja puolustuksen yhteenliittymä. Sen perusti heinäkuussa 1990 Performance Review Instituten ja vaikuttavina jäseninä ovat suurimmat lentokoneiden valmistajat kuten Airbus, Boeing ja Embraer. Niiden lisäksi äänettöminä osakkaina toimii pienempiä toimijoita, etenkin osavalmistajia. (1; 2.)

Ottaen huomioon lentokoneen valmistamiseen tarvittavien erilaisten osien ja komponenttien suuren määrän ei yksikään suurista päävalmistajista pystyisi itse tuottamaan kaikkia komponentteja. Jäsenyhtiöiden yhteinen tavoite on korkeatasoinen laatu, koska ilmailualan riskien vuoksi pienimmänkin osan vika saattaa olla ratkaiseva. Tästä syystä alihankkijoilta hankittavien osien valmistusta ja kokoamista valvotaan. Nadcap toimii jäsenyhtiöille maailmanlaajuisena alihankkijoiden tarkastajana eli auditoijana. (1; 3.)

2.1 Tuotannolliset hyödyt

Tilaaajayritykset tarkastavat alihankkijansa itse, mutta Nadcap on pyrkinyt yhdistämään useamman tilaajan tarkastuksia. Koska yritykset toimivat useissa maissa, jopa eri puolilla maapalloa, tarkastusten hyväksymiskriteerit vaihtelevat paljon yritysten välillä. Vaihtelua ilmenee myös tarkastajayrityksen tarkastajien välillä. Laadun takaamiseksi Nadcapin auditoinnit on standardisoitu ja ne on koottu kysymyslistoiksi prosesseittain. Näin tarkastukset ovat samanlaiset kaikille alihankkijoille tilaajasta riippumatta. (1; 3.)

Tarkastusten tasalaatuisuutta on yritetty nostaa myös parantamalla tarkastajien koulutusta. Tarkastajat vaihtuvat säännöllisin väliajoin, koska näin säilyy puolueettomuus ja saadaan uusia näkemyksiä kehittää tarkastettavan yrityksen toimintaa.

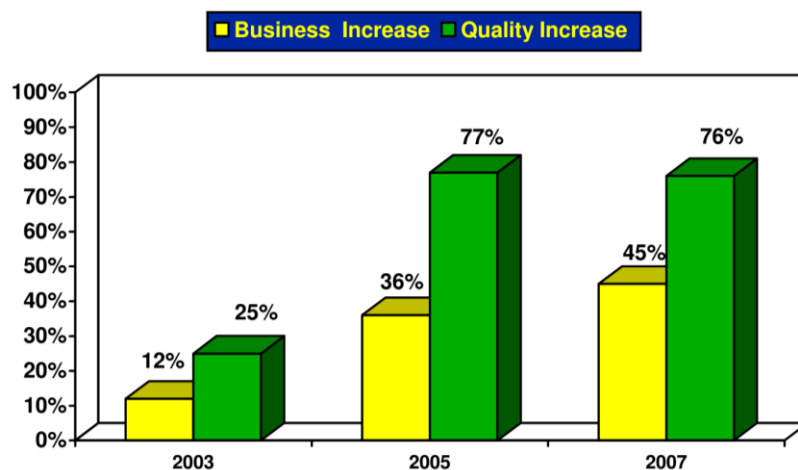
Laadun lisäksi Nadcap pyrkii tehokkuuteen ja taloudelliseen hyötyyn. Standardoitu tarkastus on nopea ja kattava, koska se etenee kaavamaisesti tarkkaan suunnitellun kysy-

myslistan pohjalta. Standardoidun ja yhteisen järjestelmän takia tilaajien omia tarkastuksia voidaan vähentää tai ne on mahdollista lopettaa kokonaan, mikä säästää huomattavasti aikaa ja kustannuksia, niin tilaajilta kuin alihankkijoiltakin. (1; 3; 4.)

2.2 Kaupallisesti eteenpäin

Kaupallisesta näkökulmasta Nadcap muodostaa tilaajille yhteisen rekisterin ilmailualan kriteerit täyttävistä, luotettavista ja laadukkaista alihankkijoista. Toisaalta alihankkijat saattavat saada helpommin myyntitarjouksia hyväksytyksi, kun pystyvät osoittamaan oman laatutasonsa. (2; 3.)

Q. - If your company has been accredited for one (1) year or more, and your company measures business and/or quality trends, have you seen improvement in this area(s) related to your Nadcap accreditation(s)?



Kuva 1. Kaupallisen kehityksen ja laadun muutos. (3.)

SC21 Accreditation Special Interest Groupin tekemä kysely Nadcap-sertifioituille yrityksille vuosilta 2003, 2005 ja 2007 esitetään kuvassa (kuva 1). Kyselyn perusteella vuosina 2005 ja 2007 yli kolmeneljäsosaa yrityksistä on havainnut kehitystä laadun noustessa, sekä yli kolmasosa on saavuttanut kehitystä myös kaupallisesti. Vuoden 2003 tulokset osoittavat huomattavasti matalampaa kehitystä. Nadcap-organisaatio on perustettu vuonna 1990, joten voidaan olettaa, ettei tarkastuksen taso ole ollut vielä viimeisteltyä ja laadun taso ei ole noussut yrityksissä myöhempien vuosien tahtiin. Aika on kasvattanut

jäsenyritysten määrää, jolloin yhdistyksen ammattitaito laadun osalta on kasvanut verkostoitumisen myötä ja yhteistyökumppanit ovat tuoneet uusia taloudellisia mahdollisuuksia. (2; 3.)

3 Sertifikaatin myöntäminen



Kuva 2. Nadcap-sertifikaatin hakemusprosessi vaiheittain. (5; 6.)

Kuva 2. esittää Nadcap-sertifikaatin hakemusprosessin vaiheittain yksinkertaistettuna. Ylempi kertoo työvaiheen suorittajan ja toisella rivillä on suoritettava työvaihe hakemusprosessista.

3.1 Tarkastus eli auditointi

Nadcap-tarkastus on monivaiheinen prosessi. Alussa osavalmistaja eli sertifikaattia hakeva yritys ottaa yhteyttä Nadcapin organisaatioon ja ilmoittautuu hakijaksi. Tämän jälkeen organisaatio valitsee tarkastajan ja yritys pääsee liittymään Nadcap:n tietojärjestelmään (eAuditNet). (7 s.14.)

Seuraavaksi suoritetaan selfaudit, eli yrityksen sisäinen tarkastus. Parhaisiin tuloksiin päästään kysymyslistan avulla – Nadcapin sertifikaattia hakeva yritys voi ladata sen tietojärjestelmästä (eAuditNet). Näin pyritään keräämään lista puutteista ja korjattavista toimenpiteistä, sekä suorittamaan korjaavat toimenpiteet vaatimusten mukaisiksi. Kun tehokas sisäinen tarkastus on suoritettu, voidaan varata aika varsinaiseen tarkastukseen Nadcapin järjestelmästä. (3; 8 s.2; 9 s.5,6.)

Varsinainen tarkastus suoritetaan Nadcapin valitseman luvallisen tarkastajan toimesta. Viimeistään 30 päivää ennen tarkastusta tarvittavat dokumentit lähetetään tarkastajalle tutustuttavaksi. Tarkastajan saapuessa pidetään aloituskokous, jossa käydään läpi tarkastuksen kulku. Tarkastus kestää muutamia päiviä sen laajuudesta riippuen. Tarkkailemalla ja kyselemällä tarkastaja pyrkii selvittämään tarvitsemansa tiedot ja tarkastettava osapuoli pyrkii todentamaan omien dokumenttiansa avustuksella ja näytöillä osaamistaan. Tarkastaja täyttää kysymyslistan oman näkemyksensä tarkastettavan yrityksen toiminnasta sekä kelpoisuudesta sertifioitavaksi. (7 s.14; 8 s.2; 9 s.5,6.)

Tarkastuksen lopussa pidetään loppupalaveri, jossa käydään mahdolliset virheet läpi varmistaen, että auditoinnin molemmat osapuolet ovat ymmärtäneet toisensa ja haki-jayrityksellä on selkeä ymmärrys sertifikaatin saamiseen vaadittavista korjaavista toimenpiteistä. Virheet luokitellaan minor- tai major-luokkiin (vähäinen tai merkittävä), sen mukaan kuinka vakavasta virheestä on kyse. Virhe kuuluu luokkaan minor, jos toiminta on puutteellista, virheellistä tai epäselvää. Virhe korotetaan luokkaan major, jos virhe vaarantaa jollakin tapaa lentoturvallisuutta. Esim. minor-virhe voidaan merkitä henkilökohtaisen suojarusteen puuttumisesta, koska tämä vaikuttaa yksittäisen työntekijän turvallisuuteen. Jos tuotannosta poistetuilla osilla on riski sekoittua tuotannossa oleviin osiin, on virhe major-arvoinen, koska virheellinen osa saattaa vaikuttaa lentoturvallisuuteen. (10; 11.)

Ensimmäisessä tarkastuksessa käydään koko kysymyslista läpi, mutta jatkotarkastuksissa on mahdollista, että tarkastaja jättää osan kohdista pois ajan säästämiseksi sekä voidakseen paneutua tarkemmin niihin asioihin, jotka kyseisellä kerralla ovat tarkastettavana mahdollisten aiempien puutteiden perusteella. Tarkastusväli riippuu siitä, kuinka hyvin tarkastettava yritys on selvinnyt aikaisemmista tarkastuksista. Virheetön tai vain muutaman virheen sisältänyt tarkastustulos pidentää tarkastusväliä – silloin yrityksen kohdalla voidaan luottaa toiminnan hyvään laatuun. (8; 10.)

3.2 Kysymyslistat

Kysymyslista on päätyökalu, jonka mukaan tarkastus tehdään. Kuvassa 3. on sivu kysymyslistasta AC7108 - AUDIT CRITERIA FOR CHEMICAL PROCESSING, joka pohjautuu prosessin määrittelevään standardiin AS7108.

Kysymyslistat rakentuvat seuraavasti: Kansilehdeltä löytyy dokumentin virallinen nimi ja tärkeimmät julkaisutiedot, sekä päivitykset joita dokumenttiin on tehty. Sen jälkeen dokumentti ohjeistaa lyhyesti tarkastuksen tärkeimmät vaiheet ja määrittelee käytettävät termit. Ensimmäiset kysymykset koskevat yritystä ja henkilöä, joka vastaa tarkastuksesta. Kun nämä alkutiedot on käyty läpi, alkaa varsinainen tarkastusosuus.

Kysymyslistat rakentuvat kysymyksistä tai väittämistä joihin vastataan joko YES, NO tai N/A (kyllä, ei ja ei koske). Nadcap-hyväksynnän saavuttamiseksi kaikkiin kysymyksiin pyritään vastaamaan joko **kyllä** tai **ei koske**.

Kyllä-vastaus tarkoittaa sitä, että voidaan osoittaa kysymys toteen kirjallisessa muodossa, esim. työohjeen tai muun yrityksen virallisen dokumentin muodossa. Tarkastuksessa ei riitä, jos raporttiin kirjataan väittämän olevan yhtiön vakiintunut tapa, vaan kyllämerkintään vaaditaan kirjallinen näyttö. **Ei**-vastaus merkitään, jos edellä mainittuja kriteereitä ei voida täyttää tai niitä ei voida osoittaa toteen.

Ei koske-vastaus tarkoittaa, ettei kysymykseen voida vastata. Esimerkkitilanteessa tarkastuksen kohteena olevassa yrityksessä ei suoriteta kysymykseen liittyvää prosessia, joten kysymykseen ei voida vastata.

Kysymyslistan rakenne ja esitystapa pohjautuen liitteeseen 1:

- Vasemmassa reunassa on juokseva numerointi, joka helpottaa oikean kappaleen löytämistä ja jaottelee kysymyksiä. Kysymykset on rakennettu aihepiireittäin.
- Kysymyksen oikealla puolella näkyvät vastausvaihtoehdot kyseiseen kysymykseen.
- *Compliance Assessment Guidance* -kohdissa varsinaisten kysymysten alla tarkennetaan kysymystä tai kerrotaan, missä tapauksissa kyseiseen kysymykseen voidaan vastata **ei koske** (NA).

- Kolmannella tekstirivillä (kysymyksessä 3.1.1.1.) viitataan standardin AS9100 kohtiin 8.1 ja 8.4, jotka ovat yleisiä ilmailualan standardeja. Kysymyksessä tarkennetaan, että auditoitavan yrityksen tulee toimia kyseisen standardin mukaan.
- Ensimmäisessä tarkastuksessa koko tarkastuslista käydään läpi, mutta tummennettu pohja kertoo, että kyseisen alueen kysymyksiä ei välttämättä kysytä jatkotarkastuksissa.

3.3 Prosessit

Hyväksyntä haetaan aina prosessikohtaisesti. Jokaisesta prosessista on koottu oma kysymyslista. Prosessi voi sisältää useita alakappaleita tai alaprosesseja erillisinä dokumentteina. Nadcap-tarkastukset on jaoteltu seuraaviin prosesseihin, joista kustakin voidaan hakea sertifikaattia. Sertifikaatit on lueteltu taulukossa 1. (6; 9 s.17.)

Taulukko 1. Nadcapin myöntämät sertifikaatit.

Aerospace Quality Systems (AQS)	Ilmailun laatu järjestelmät
Chemical Processing (CP)	Kemialliset prosessit
Coatings (CT)	Pinnoitteet
Composites (COMP)	Komposiitit
Conventional Machining as a Special Process (CMSP)	Tavanomainen työstö erikoisproses- sina
Elastomer Seals (SEAL)	Elastomeeritiivisteet
Electronics (ETG)	Elektroniikka
Fluids Distribution (FLU)	Neste jakelu
Heat Treating (HT)	Lämpökäsittely
Materials Testing Laboratories (MTL)	Materiaalitestaus laboratoriot
Measurement & Inspection (M&I)	Mittaus ja tarkastus
Metallic Materials Manufacturing (MMM)	Metallisten osien valmistus
Nonconventional Machining and Surface Enhancement (NMSE)	Poikkeava työstö ja pinnankäsittely

Nondestructive Testing (NDT)	Rikkomaton aineenkoetus
Non Metallic Materials Manufacturing (NMMM)	Epämetallisten materiaalien valmistus
Non Metallic Materials Testing (NMMT)	Epämetallisten materiaalien testaus
Sealants (SLT)	Tiivisteet
Welding (WLD)	Hitsaus

3.4 Hyväksymisen kriteerit

Nadcap-tarkastuksessa on viisi erilaista perustetta saada hylätty päätös:

- Hylkäysmalli "A" – Auditoitava yritys keskeyttää auditoinnin.
- Hylkäysmalli "B" – Liian monta havaittua virhettä kokonaisuudessaan.

Ensimmäisessä tarkastuksessa saa olla laskettuna määrä x virheitä eli poikkeamia, joista määrä n on major. Virheiden sallittu kokonaismäärä on määrätty päiväkohtaisesti sekä koko tarkastuksen osalta. Jatkotarkastuksessa kriteerit tiukkenevat hieman. Määrät vaihtelevat tarkasteltavan prosessin mukaan ja niitä voidaan päivittää. Lisää tietoa virheiden sallituista lukumääristä myöhemmässä kuvassa 3. ja sitä käsittelevässä kappaleessa.

- Hylkäysmalli "C" – Virheiden kriittisyys.
 - Mahdollinen tai todettu vaikutus tuotteeseen
 - Toiminnan romahtaminen
 - Riittämätön johtaminen
 - Dokumenttien väärentäminen
 - Muut ongelmat, jotka ovat tarpeeksi vakavia varoitukseen
- Hylkäysmalli "D" – Liian monta tarkastuskierrosta läpäisyyn.

Auditoitavaan yritykseen on tehty liian monta tarkastusta (4), saavuttamatta virheettömyyttä. Näiden jälkeen yritys voi hakea kahta lisämahdollisuutta.

- Hylkäysmalli "E" – Tarkastettava yritys ei ole tarpeeksi aktiivinen.

Koko tarkastusprosessille on varattu aikaa 120 vuorokautta. Tarkastuksessa havaittujen virheiden korjaussuunnitelma ja vastuuhenkilöt on toimitettu 30 vuorokauden kuluessa. (10 s.1-6.)

Yhden tai useamman hylkäysmallin toteutuessa tarkastuksessa, tarkastus hylätään. Karenssiajan jälkeen yritys voi uusia sertifikaatti-hakemuksen.

CP

Initial						
# of NCRs per Audit Days						
	1	2	3	4	5	Failure Threshold% (95-98)
Major	2	3	5(cap)	5	5	95%
Total	5	10	15(cap)	15	15	95%

Reaccred						
# of NCRs per Audit Days						
	1	2	3	4	5	Failure Threshold% (95-98)
Major	2	3	5(cap)	5	5	98%
Total	3	6	9(cap)	9	9	98%

Kuva 3. Virheiden sallitut enimmäismäärät. (10.)

Chemical Processing-tarkastuksessa minor- ja major-virheiden sallitut määrät ilmenevät kuvassa 3. Ylempi Initial-taulukko on tarkoitettu ensimmäistä kertaa sertifikaattia hakevalle yritykselle ja alempi Reaccred-taulukko niille yrityksille, jotka ovat uusimassa sitä. Major-virheitä sallitaan siis molemmissa saman verran, mutta minor-tasoisia virheitä saa ensimmäisellä kerralla olla muutama enemmän. (10.)

Tiivistetysti, Nadcap valvoo ilmailualan valmistajien toimintaa, pyrkien varmistamaan että valmistajat seuraavat alan standardeja ja näin ollen tuottavat turvallisia, luotettavia tuotteita. Nadcap valvoo toimintaa tarkastuksin, jotka on jaoteltu eri tuotantolinjojen mukaan. Hyväksytystä tarkastuksesta järjestö myöntää sertifikaatin. Tarkastuksessa seurataan kyseiselle tuotantolinjalle kohdistettua kysymyslistaa, johon tarkastaja merkitsee vastaukset kolmeen kategoriaan – **kyllä**, **ei** tai **ei koske**. Kun virheet huomioidaan yrityksen kehityksessä, laatu ja luotettavuus paranevat. Kaupallisia mahdollisuuksia ei pidä unohtaa, sillä sertifikaatti voi avata uusia ovia yrityksen luotettavuuden noustessa asiakkaiden silmissä. (10 s.1-6.)

4 Patricompin sisäinen tarkastus

4.1 Patricomp Oy

Patricomp Oy on vuonna 2006 perustettu lentokoneenosavalmistajayritys. Patricomp erikani Patria Groupista jatkaen toimintaa samalla toimipaikalla Hallissa. Vuonna 2015 espanjalaisen Aerometallicin omistukseen, joka on osa Aernnova-konsernia. Patricompilla työskentelee yli 40 henkilöä vakituisesti.

Patricomp valmistaa levymäisiä metalliosia, pintakäsittelyitä ja kokoonpanoa. Suurin osa tuotteista valmistetaan alumiinilevystä, jota leikataan ja muotoillaan prässäämällä tai vetämällä muottiin. Valmistetut osat pintakäsitellään pintakäsittelylinjastossa ja maalaa-mossa. Lopuksi osat voidaan myös kokoonpanna. Patricompin tärkeimpiä tuotteita ovat Embraer E-170/190 matkustamon paineseinä sekä Airbus A350 korkeusvakaajien kär-jet. (6; 12.)

4.2 Sisäinen tarkastus

Sisäinen tarkastus suoritetaan, jotta varsinainen tarkastus sujuisi mahdollisimman hyvin. Ensimmäisellä kerralla hakevan yrityksen toimintatavat tulee päivittää vastaamaan kri-teereitä, eli tarkoituksena on syventyä tarkastuksen vaatimuksiin ja pyrkiä suunnitte-lemaan, kuinka kyseinen asia hoidetaan yrityksessä. Yrityksen tulee kirjata havaitut vir-heet ja oikaista toimintatapansa, mikäli puutteita havaitaan.

Tarkastuksessa käydään läpi kysymyslistan mukaan seuraavat vaiheet:

1. Laatu ja yleinen toiminta
2. Testaus ja analysointi
3. Prosessit – ylläpito ja valvonta
4. Valmistusosien tarkastus.

Kolmen ensimmäisen kohdan asiat pyritään käymään läpi mahdollisimman huolellisesti. Valmistus osien tarkastuksessa pyritään valitsemaan tarkastus kohteet sattumanvaraisesti useasta eri tuotantoprosessista, jotta saavutetaan laaja otanta.

SC21 Accreditation Special Interest Groupin tekemä kysely Nadcap-sertifikaatin saaneille yrityksille todetaan useassa kohtaa, että tarkastus tulee tehdä rehellisesti sekä pyrkiä objektivisuuteen – muutoin tarkastus menettää merkityksensä. (3; 9.)

4.3 Työvaiheet

Patricomp valmistaa levytavarasta muotoiltuja alumiiniosia, jotka toimitetaan sellaisenaan tai kootaan suuremmiksi osiksi.

Tiivistetysti tuotannon vaiheet ovat seuraavat:

- levyn leikkaus ja muotoilu
- lämpökäsittelyt
- kemiallinen- ja sähkökemiallinenpinnoitus
- maalaus
- kokoonpano
- tarkastukset esim. NDT.

Patricompilla on olemassa entuudestaan kaksi Nadcap-hyväksyntää: Nondestructive Testing (NDT) ja Heat Treating (HT). Tämä insinöörityö käsittelee sisäistä tarkastusta aiheesta Chemical Processing (CP) sisältäen pinnoitukset ja maalauksen. Patricompilla suoritettava maalaus on pääosin pohjamaalausta. Seuraavat pintakäsittelyt ovat käytössä aktiivisesti:

- | | |
|-----------|-------------------------------|
| • TSA | Tartari-rikkihappoanodisointi |
| • CCA | Kromihappoanodisointi |
| • Alodine | Keltakromatointi |

- | | |
|--------------------|----------------------|
| • Chemical Milling | Kemiallinen syövytys |
| • Passive | Passivointi |
| • Eching | Etsaus |

4.4 Perehtyminen

Sisäisen tarkastuksen tekeminen alkoi tutustumisella Patricompin toimintaan ja Nadcapin kysymyslistoihin. Nadcap tarjosi tarkastuksen tueksi ohjaavia dokumentteja niin Nadcap-tarkastuksiin yleisesti, kuin myös prosessikohtaisesti. Näistä hyödyksi oli etenkin Handbook, jossa tarkennetaan kysymyksiä kysymyslistoilta ja kerrotaan, mitä vastauksilta odotetaan. Handbook sisältää myös malliversiot vaadittavista taulukoista.

Seuraavaksi tarkkailtiin ja tutustuttiin tehtaan toimintaan yleisesti ja etenkin pintakäsittelypuolen laitteistoon ja toimintaan. Pintakäsittelypuolelta löytyy maalaamo kuivaustusuuneineen, kaksi allaslinjastoa – toinen automatisoitu ja toinen käsikäyttöinen - sekä kemikaalivarasto ja vedenpuhdistin huutelualtaille. Automaattilinjastossa suoritetaan kaikki pintakäsittelyprosessit kemiallista syövytystä lukuun ottamatta. Kemiallinen syövytys tapahtuu käsikäyttöisesti, koska prosessialtaan syövytysnopeus muuttuu jatkuvasti siihen liuenneen alumiinin vaikutuksesta. Muut prosessit ovat vakaampia, joten ne voidaan automatisoida.

4.5 Sisäinen tarkastus

Sisäisten tarkastusten tarkoitus on kartoittaa mahdollisia heikkouksia tai puutoksia laadussa yrityksen omasta toimesta. Sen voi tehdä, joko yrityksen oma työntekijä tai ulkopuolinen asiantuntija, kunhan sama henkilö ei tee aina samoja tarkastuksia.

Sisäinen tarkastus tulee suorittaa yritystä koskeville AC7108-kysymyslistoille. Tehokkaan tarkastukseen liittyy kolme tärkeää huomiota:

1. Tarkastuksessa määritellään kysymyslistalla dokumentin numero (toimenpide, ohje, kaavake) sekä kohta, joka vastaa kysymyslistan vaatimukseen. Tätä toimintatapaa hyödyntäen vaatimuksien täyttymisestä on olemassa objektiivinen todiste pelkän oletuksen sijaan.

2. Tarkastuksen suorittaja tuntee kyseessä olevan prosessin, mutta ei itse toimi sen parissa. Näin hän ymmärtää kysymykset sekä niiden täyttymiseen vaadittavat tekijät, mutta pystyy katsomaan objektiivisesti todisteita vaatimusten täyttymisestä.

3. Tarkastukseen sisältyy useita työtarkastuksia, erityisesti jos kyseiset prosessit suoritetaan eri alueilla, eri henkilöiden toimesta tai eri teknologioita hyödyntäen (esimerkiksi anodisointi, sähköpinnoittaminen, sähkötön pinnoittaminen, maalaus, etsaus jne.)

(9 s.5)

Edellä mainittuja kolmea kohtaa tarkastellaan jokaista erikseen seuraavissa kappaleissa:

- 3.2.1 Seurantataulukko
- 3.2.2 Tarkastajan kelpoisuus
- 3.2.3 Tuotanto-osien tarkastus

4.5.1 Seurantataulukko

Vastausten etsiminen Nadcap-kysymyslistoihin alkoi muokkaamalla PDF-muotoiset tiedostot Exceliin helposti käsiteltävään muotoon (*seurantataulukko*). Samaan dokumenttiin tehtiin vasempaan reunaan värikoodein luettava vastauksen tilanne sekä laskuri, jonka avulla pystytään tarkastamaan, kuinka monta kysymystä on yhteensä ja miten niihin on vastattu.

Taulukon rakenteesta on esimerkki kohta, taulukko 2. Vasemmassa reunassa näkyy värikoodein, onko vastaus **kyllä**, **ei koske** vai **ei**, (vihreä, keltainen, punainen). Samalla sarakkeesta muodostuu laskuri, jonka perusteella selviää, kuinka monta kyseisiä vastauksia on vastattuna. Värikoodit nopeuttavat taulukon työstämistä sekä kokonaiskuvan hahmottamista, sillä poikkeavat kohdat on helpompi havaita.

Keskellä ovat varsinaiset kysymykset suoraan Nadcapin kysymyslistalta lisätarkennuksineen. Kysymysten jälkeen sarakkeeseen on sisällytetty myös vastausvaihtoehdot.

Lisäksi oikeasta reunasta keltaisella pohjalla löytyy kommenttisarake, johon kerätään vastauksen tiedot. Tähän sarakkeeseen kuuluivat esimerkiksi Patricompin tapauksessa työohjeen nimi sekä kappale numero, josta vastaus kyseiseen kysymykseen löytyy. Näin varsinaisessa tarkastuksessa tieto on helposti löydettävissä. Kaikkiin kohtiin ei löytynyt

vastausta, joten sarakkeeseen voidaan myös kuvata virheitä sekä merkitä tarkastajan omia kommentteja.

Viimeinen sarake on korjausehdotuksia varten. Tätä saraketta käytetään myös tarkastuksen aikana muistiinpanojen kirjaamiseen ja omiin huomautuksiin työn helpottamiseksi.

Taulukko 2. Seurantataulukko

	3.6	Receiving Procedure	Section NA		
		<i>Compliance Assessment Guidance: Section NA applies if a modified scope audit.</i>			
1	3.6.1	Does the processor obtain through customer-provided information: part identification, material type and any other part specific information required for subsequent processing? <i>Compliance Assessment Guidance: NA applies only if the traveler states that this is the next operation and the work being performed is being bought off in the same traveler.</i> <i>A yes answer would be a work instruction or a place on their traveler looking for information that is critical for their processing, e.g. hardness for steel materials, shot peened surfaces, alloy composition.</i>	YES NO NA	PC-PR-208E Materiaalin tarkastus, vastaanotto ja varastointi kappale 4	
1	3.6.2	Does the system provide for holding and segregation of hardware pending receipt of proper material documentation or if nonconformance is detected?	YES NO	PC-PR-411F kappale 2 POIKKEAVAN MATERIAALIN VALVONTA	
1	3.6.3	Does the supplier have incoming inspection procedures identifying characteristics to be checked and methods to be used, including sampling plan as defined in the quality manual?	YES NO	Virhe - tulevista tuotteista ei oteta näytteitä, muuten OK. PC-PR-208E Materiaalin tarkastus, vastaanotto ja varastointi. Kappale 4.2	Näytteenotto suunnitelma tulevasta materiaalista? Missä rajoin tarkastuksia on tehtävä, onko maalit, prosessiluokset ym. tarkastettava. Alumiinilevystä otetaan mittauksia
1	3.6.3.1	Are actual as-received dimensions for jobs having post-processing dimensional requirements determined prior to processing? <i>Compliance Assessment Guidance: NA applies only if post-processing dimensional requirements are not contractually required.</i> <i>Actual pre-process dimensions may be provided by earlier machining inspection or by customer.</i> <i>Some customers may require the processor to measure the actual dimension directly prior to processing.</i>	YES NO NA	Ainakin Airbus Helicopters vaatii, että tullut materiaali tarkastetaan: mitat, kovuudesta ja sähköjohtavuus. PC-PR-208E kappale 5	

4.5.2 Tarkastajan kelpoisuus

Sisäisen tarkastuksen tekijän tulee ymmärtää tarkastuksen kohteena oleva prosessi teknisesti. Ammatti- ja kielitaito täytyy myös olla sillä tasolla, että hän ymmärtää tarkastukseen liittyvät kysymykset. Sisäisen tarkastuksen suorittajan tulee myös pyrkiä tarkastelemaan prosessia kriittisesti ja ulkopuolisen näkökulmasta. (9 s.5.)

4.5.3 Tuotanto-osien tarkastus

Tarkastuksessa tulee tehdä useita *job auditeja* eli tuotanto-osien tarkastuksia. Tuotanto-osien tarkastuksessa korostetaan, että tarkastettavien osien tulisi käydä läpi mahdollisimman paljon erilaisia toimenpiteitä, jotta selvitys olisi mahdollisimman kattava. Tästä syystä osien tarkastuksessa valitaan sattumanvaraisesti kappaleet eri tuotantolinjoilta ja varmistetaan, että ne käyvät läpi mahdollisimman useita prosesseja. Jos valittu osa käy läpi lähes samat prosessin vaiheet kuin toinenkin tarkasteltava osa, se korvata osalla, jonka tuotantoprosessi on erilainen, jotta saavutetaan mahdollisimman kattava tarkastustulos.

Tuotanto-osien valmistusta seurataan myös kysymyslistan avulla. Tärkeää on, että työmääräin ja muut osan valmistukseen liittyvät dokumentit ovat helposti löydettävissä ja ne on täytetty oikein. Työmääräin on osien oma dokumentti, joka kertoo osien valmistusvaiheet ja kriittiset tiedot.

Myös käytännön työtä valvotaan. Patricompille tehdyssä toisessa tarkastuksessa kiinnitettiin huomiota siihen, kuinka huolellisesti yrityksessä estettiin valmistetun pinnoitteen likaantuminen tai naarmuuntuminen. Koko prosessi on siis tarkkailun alla osien asiakkaalle lähettämiseen asti.

4.6 Työmääräin

Prosessin kulkua ohjaa työmääräin, jossa määritetään alumiinilevyn valinnasta lähtien osan valmistukseen vaikuttavat tekijät. Työmääräin toimii askeleittain, jossa edellisen kohdan loputtua kappale toimitetaan seuraavaan vaiheeseen ja sen jälkeen seuraavaan kunnes kappale on valmis lähetystä tai kokoonpanoa varten.

Työmääräin toimii myös kirjanpitona toimenpiteistä, joita kappaleelle tehdään ja ajoista jolloin toimenpiteet on suoritettu. Kunkin työvaiheen suorittanut työntekijä merkitsee oman tunnuksensa. Samalla merkitään mahdolliset lisätiedot esim. käsittelyaika tai maalipinnan paksuus. Menettely takaa sen, että osalle tehty toimenpiteet voidaan tarkastaa vuosienkin kuluttua. Kappaleista on mahdollista tarkistaa maalierän tiedot tai pintakäsittelyn kasto aika sekuntien tarkkuudella.

4.7 Työohjeet

Työohje kertoo oikeaoppisen suoritustavan. Työntekijän on mahdollista tarkistaa siitä kaikki raja-arvot ja metodit joiden tulee olla suoritettuna tai raja-arvojen sisäpuolella.

Kysymyksiin vastaaminen tarkastusta tehtäessä vaati perusteellista Patricompin omiin työohjeisiin tutustumista. Toisaalta, jotta Patricompin työohjeisiin voitiin luottaa ja varmistaa niiden ajan tasalla oleminen, täytyi myös tarkastaa asiakkaiden ohjeet. Työohjeet lajiteltiin kansioihin prosesseittain, jotta pystyttiin helposti tarkastamaan työohjeet prosessi kerrallaan. Työohjeista löytyy myös raja-arvoja prosessiliuoksien pitoisuuksiin ja lämpötiloihin. Nämä arvot kirjattiin seurantataulukoon, josta voidaan vertailla usean eri valmistajan vaatimuksia.

Työohjeita oli asiakkaiden määrästä ja ohjeista riippuen 1 - 6 kappaletta yhtä Patricompin työohjetta kohden. Selkeyden vuoksi jokainen ohje käytiin läpi kappale kappaleelta ja kirjattiin vastaavat kohdat Patricompin työohjeesta. Puutteet huomioitiin erikseen ja kirjattiin ylös. Toisaalta asiakkaiden ohjeissa oli paljon ylimääräistä teoriaa tai vaihtoehtoisia keinoja jotka ohitettiin. Työohjeiden vertailutaulukko löytyy liitteistä - Liite 2.

5 Tartari -rikkihappoanodisointiprosessi

Tartari -rikkihappoanodisointi on sähkökemiallinen prosessi, jossa alumiinikappaleen pintaan hapetetaan sähkövirran avulla alumiinioksidikerros - oksidifilmi. Nimen mukaisesti elektrolyytinä toimii tartarihappo (viinihappo)-rikkihappo-vesiliuos. Oksidifilmin tarkoitus on suojata alumiinia korroosiolta ja parantaa maalin tarttuvuutta. Anodisoinnin jälkeen

oksidikerros jää huokoiseksi. Maali tarttuu näihin huokosiin paremmin kuin sileään alumiinipintaan ja samalla maali tukkii huokokset jotka muuten pitäisi sulkea korroosion eston takia.

5.1 Prosessin kulku

Kun kappale saapuu pintakäsittelypuolelle, katsotaan mitä käsittelyitä sille tehdään. Sen jälkeen se ripustetaan muiden samalla tavalla pinnoitettavien kappaleiden kanssa numeroidulle kuljettimille. Seuraavaksi tietokoneelta syötetään pinnoitusohjelma, jonka mukaan automaatio hoitaa kastot altaisiin seuraavassa järjestyksessä: Kappaleen pinta puhdistetaan liasta ja rasvasta alkalisella pesulla. Sitten mahdolliset vieraat metallit ja aikaisempi oksidikerros poistetaan peittaamalla - materiaalia siis poistetaan parin mikrometrin verran. Varsinainen anodisointi suoritetaan puhdistetulle pinnalle prosessikylvyssä. Liuosten välissä ja lopuksi kappale huuhdellaan, etteivät liukset siirtyisi altaasta toiseen ja näin pilaisi niitä. Lopuksi anodisoitu pinta tarkastetaan silmämääräisesti ja todennetaan mittalaitteella.

Mittalaite, jota käytetään anodisoinnin varmistamiseksi mittaa virtaa kahden mittapään välillä, jotka painetaan kappaleeseen. Puhdas alumiinipinta johtaa hyvin sähköä ja virta siirtyy hyvin antureiden välillä. Anodisoitu pinta ei johda hyvin sähköä, vaan eristää virran kulkemisen. Mittalaitteen tulkitseminen on yksinkertaista: kun syttyy vihreä valo, pinta on kunnossa, punaisen valon syttyessä ei.

5.2 Huomautukset prosessista

Ripustaminen tulee suorittaa siten, että mahdollisimman vähän kappaleesta jää pinnoittamatta. Ripustimen tulee olla myös sähköä johtava, jotta virta saadaan kulkemaan pinnoitettavaan kappaleeseen. Pinnoituksen jälkeen kappaleeseen ei saa koskea paljain käsin, vaan on käytettävä puhtaita puuvillahanskoja. Pinnoituksen alkaessa on myös huomioitava aika, jolloin kappale on maalattava 16 tunnin kuluessa tai suojattava erikseen likaantumiselta, mikä kasvattaa jälkikäsittelyajan 168 tuntiin. (11.)

6 Poikkeamat ja kehitysehdotukset

6.1 Poikkeamat työohjeissa

Nadcap on ulkopuolinen tarkastaja, eikä yksittäisen valmistajan tarkastus, joten se velvoittaa, että Patricompin työohjeitten tulee täsmätä kaikkien asiakkaiden työohjeisiin. Toisin sanoen yksittäisen tarkastavan yrityksen näkökulmasta riittää, että valmistettavat osat valmistetaan tarkastuksen suorittavan yrityksen ohjeidensa mukaan. Nadcap-tarkastuksessa tulee ottaa kaikki olemassa olevat ohjeet huomioon samanaikaisesti. Työohjevertailun pohjalta virheet koottiin taulukkoon, josta ilmenee sekä tarkastuksessa huomattu virhe että korjausehdotus sille, jotta työohjeet olisivat Nadcap-standardin mukaiset. Työohjeiden korjauslista löytyy liitteistä – Liite 3.

6.2 Jatkuva kehitys ja näyttö

Taulukossa 3. nadcap-kysymyslistan kohdassa 3.1.1.3 kysytään, kuinka prosessin kehitystä suoritetaan ja pyydetään näyttöä siitä, miten kehitystä tehdään. Seuraava analyysivertailutaulukkoon liittyvä kehitysidea syntyi asiakkaan dokumentin pohjalta ja sitä voitaisiin soveltaa hyvin Patricompin toiminnassa.

Taulukko 3. Leikkaus Nadcap-kysymyslistasta. (8.)

3.1.1	Continuous Process Improvement
3.1.1.3	If the data has shown an opportunity for improvement in the Chemical Process area is the process improvement in progress or has it been implemented
	Compliance Assessment Guidance: NA applies if the analysis has shown the best opportunities are in non-chemical process areas.

Analyysivertailutaulukkoon on kerätty asiakkaiden vaatimat pitoisuudet liuoksille ja niiden perusteella on karsittu alin ja ylin asiakkaiden sallima pitoisuus liuokselle. Esimerkikuvaaajan perusteella raja-arvot ovat 0,5 ja 2,5 µm/h. Tämä tarkoittaa, että liuoksen muuttuessa liian laimeaksi tai vahvaksi sitä voidaan pitää saman tien virheellisenä ja käytöstä kiellettyinä.

Ehdotuksessa näiden raja-arvojen sisäpuolelle lisättäisiin sisäiset raja-arvot hieman asiakkaiden määrittämiä tiukemmiksi. Tehokkuus näistä ylimääräisistä raja-arvoista saataisiin, kun katsotaan liuosten analysointiväliä. Normaalisti analyysi suoritetaan kahden viikon välein, mutta kun syövytysnopeus poikkeaisi sisemmille raja-arvoille, tiukennettaisiin analysointi aikataulua esim. viikoittaiseksi. Esimerkissä viimeistään viikolla 33 olisi pitänyt alkaa toimenpiteisiin.

Ongelmia, jotka voivat tulla esteeksi tämän kehitysehdotuksen kanssa, on kaksi kappaletta. Ensimmäiseksi, osassa prosesseista on valmiiksi tiukat rajat liuoksen ominaisuuksille, joten niiden sisäpuolelle voi olla hankala asettaa vieläkin tiukempia raja-arvoja. Toinen tekijä on analyysin saamisen hitaus. Patricomp on ulkoistanut liuosten analysoinnin ja niiden tuloksien saaminen kestää mahdollisesti liian pitkään, jotta tästä menettelystä saataisiin hyötyä. Toisaalta mitä hankalampi prosessia on seurata ja mitä tarkemmat sen raja-arvot ovat, sitä tarkemmin liuosta pitäisi seurata.

6.3 Osien tarkastuksessa havaittu poikkeama

Tarkastuksessa tehtiin viisi tuotanto-osien tarkastusta ja yhdessä niistä havaittiin virhe. Prosessi- ja pesualtaissa on määritelty aikaväli käsittelylle, jonka mukaan automaattilinjasto pitää niitä osia kastettuina kylvyissä. Turco Smut-go-nimisessä peittauksessa on kuitenkin poikkeava määritelmä, eli sillä on kumulatiivinen kasto aika, joka on kymmenen minuuttia. Yhden tarkasteltavan kappaleen käsittelyyn liittyivät prosessit kemiallinen työstö sekä tartari- ja rikkihappoanodisointi. Ennen kemiallista työstöä kappale käy läpi pesun, mutta automaattilinjastossa oli tapahtunut häiriö ja kappale oli pysähtynyt Turco Smut-go-kylpyyn 3-5 minuutin sijasta kahdeksaksi minuutiksi. Tämä poikkeama oli huomattu ja asia oli kuitattu huomioduksi ja hyväksytty, koska kasto aika oli alle kymmenen minuuttia eli sallituissa rajoissa. Seuraava vaihe jäi huomioimatta. Kemiallisen työstön jälkeen kappale meni TSA-käsittelyyn, jossa myös käytetään Turco Smut-go-peittausta. Tällä kertaa automaatio toimi kuten pitääkin, mutta koska kasto aika oli neljä minuuttia, kumulatiivinen aika nousi noin kahteentoista minuuttiin ja ylitti siten kymmenen minuutin sallitun rajan. Tätä poikkeamaa ei ollut enää huomattu.

Virhe ei vaikuta kappaleen lujuusominaisuuksiin, koska syövytysnopeus on erittäin alhainen kyseisessä kylvyssä. Poikkeama työohjeistuksesta on silti huomioitava virhe Nadcap-tarkastuksessa. Virhe on helposti korjattavissa laskemalla Turco Smut-go kylpyjen kumulatiivinen aika ja kirjamaalla se ylös työmääräimeen.

6.4 Liuosten tarkkailu

Seuraava huomio on prosessiliuosten pitoisuuksien tarkkailua parantava menetelmä. Tällä hetkellä Patricompilla prosessista huolehtivan henkilön pitää kirjata ja tarkastaa minä päivänä mikäkin näyte tulee ottaa. Tarkastusväli liuoksille löytyy Analyysivertailutaulukosta, joka täytettiin työohjeiden kanssa samassa vaiheessa. Kaikki liuokset tarkastetaan, kun niihin tehdään muutoksia tai tehdään kokonaan uusi liuos. Normaalitilanteessa liuosten tarkastusväli vaihtelee kuukaudesta puoleen vuoteen.

Patricompin toimintatapa on lähettää liuokset tarkastettavaksi kun ohjeistus sitä vaatii. Toimintatapa on kustannustehokas ja varsin yksinkertainen siirtää toimivaksi kalentteriksi.

Mahdollinen ongelma ilmenee kun näytteen ottamisesta tulosten saamiseen kestää pahimmassa tapauksessa viikkoja. Liuosten ollessa mittaustulosten mukaan kunnossa kaikki on hyvin, mutta mittaustuloksen ylittäessä sallitun raja-arvon, on hankala todistaa missä vaiheessa tarkastusväliä raja-arvot on ylitetty. Raja-arvon ylittyessä täytyy kartoittaa mahdolliset haitat valmistetuille osille sekä tarpeen mukaan ryhtyä jatkotoimiin. Pienin harmi on turhan paperityön syntyminen, mutta pahimmassa tapauksessa osia joudutaan kutsumaan takaisin.

Vaikka prosessiliuokset ovat varsin stabiileita ja niiden muutokset on ennusteissa aikaisemmin kerätyn mittaustulosten perusteella, hieman tiukempi tarkastusväli pienentäisi riskejä, ainakin niille liuksille jotka tarkastetaan puolen vuoden välein. Mahdollisesti poikkeavien tuotteiden kartoittaminen asiakkaalle on työlästä ja samalla heikentää luotamusta.

Prosessiliuosten historian perusteella yhdessä liuksista pitoisuudet olivat karanneet raja-arvoista. Kahdessa liuksessa pitoisuudet kävivät tasan raja-arvolla, joten todellisuudessa raja-arvo ylittyy, koska näytteen ottamisesta kuluu aikaa vähintään muutama päivä tulosten saapumiseen ja uuden liuksen sekoittamiseen.

Prosessiliuosten arvoja pystytään myös ennakoimaan tilastollisen prosessinohjauksen avulla (SPC - Statistical process control). Tilastollinen projektinohjauksessa pyritään erottelemaan kaikki muuttujat, jotka vaikuttavat mittaustuloksen ja todellisen mitattavan arvon välillä. Muuttujia Patricompin tapauksessa on ainakin näytteen ottaja, näytteen kuljetus, näytteen mittaaja sekä mittalaite. Nämä tekijät ovat muuttujia yhdessä liuksen pitoisuuden muutoksen kanssa ja siten vaikuttavat kirjattuun tulokseen. Kun järjestelmällisesti vaihdellaan esimerkiksi näytteen ottavaa henkilöä, voidaan tilastomatematiikan avulla laskea muutoksesta aiheutuvaa vaihtelua tulokseen. Vertailevien näytteiden ja mittaussuunnitelman mukaan toimiessa voidaan kartoittaa muuttuvat tekijät joihin voidaan vaikuttaa. Lopputuloksena voidaan huomioida muuttujat tuloksessa ja prosessiliuksien tarkkailu ja ennustaminen helpottuu. Tilastolliseen prosessinohjaukseen voidaan käyttää apuna siihen tarkoitettuja ohjelmia. (15.)

6.5 Kellojen kalibrointi

Vuoden 2013 neljänneksi yleisin poikkeama on 3.1.0.a - *All shop equipment used to set, control or monitor the control of a process?* (16.)

Syyt poikkeamaa aikaisemmissa tapauksissa ovat johtuneet ajastimista tai kelloista, joita käytetään maalien sekoitusajan mittaamiseen tai pinnoitusaikojen mittaamiseen. Lähteessä ei tarkenneta vaatimuksia, eikä Patricompilla suoritettun keskustelun perusteella saavutettu pitävää päätöstä. Maalin sekoittamisessa voidaan käyttää sekuntikelloa, joka voidaan tarkastaa tai kalibroida ja asia on sen osalta kunnossa. Hankalampaa on määrittää ja kalibroida automaation käytettävien tietokoneiden oma ajanmittaaminen.

Asia on hyvä tarkistaa etukäteen Nadcapin prosessi-insinööriltä, jotta yllätyksiltä vältetään. Yksi vaihtoehto on tarkastaa kerran viikossa, että kaikki mittauksiin käytettävät kellot ovat oikeassa ajassa, ja tehdä tarkastuksesta merkintä sitä varten tehtyyn listaan.

7 Tulokset

7.1 Toimivat taulukot ja tietojen päivittäminen

Taulukointi vaikutti järkevimmältä tavalta lähteä rakentamaan tätä projektia monivaiheisen kysymyslistan sekä monivalintamuotoisten kysymysten vuoksi. Taulukon avulla vastaukset saa kategorioitua, tulokset voidaan laskea automaattisesti ja selkeän rakenteen vuoksi myös tulosten kirjaaminen on helppoa ja nopeampaa kuin esimerkiksi tavalliseen listaan. Koska kaikki vastaukset pystyttiin lajittelemaan kolmeen kategoriaan (**kyllä**, **ei** ja **ei koske**) ja ne ovat yksiselitteisiä, ne pystyttiin taulukoimaan menettämättä olennaista informaatiota (vrt. avoimet kysymykset).

Lukuiset työohjeet oli käytävä läpi järjestelmällisesti. Samoja taulukoita ei välttämättä kannata käyttää uudestaan tulevaisuudessa uusissa projekteissa, koska prosessien sisältö ja näin olennaiset kysymykset vaihtelevat, mutta niistä kannattaa ottaa mallia rakenteen kannalta. Kyseinen taulukko 2 esiteltiin kohdassa 4.4 Työohjeet.

Kemiallisissa prosesseissa oli jopa kymmeniä muuttuvia tekijöitä, joista täytyi pitää kirjaa. Tähänkin paras ratkaisu oli toimiva taulukko analyysivertailutaulukko, josta oli etuudestaan versio Patricompilla ja Nadcapin Handbookissa.

7.2 Kysymyslistan tulokset

Kysymyslistan tulokset on esitelty taulukossa 4. Taulukon perustella on laskettu yhteenveto sisäisen tarkastuksen tilanteesta. Lopulta 41,7 % tuloksista löytyi **kyllä**-vastaus perusteluineen. Kysymyksistä 33,5 % vastaus oli **ei koske** ja loput 24,8 % sai vastauksen **ei**. Yli kolmannes vastauksista on merkitty sarakkeeseen **ei koske**. Vastaukset selittyvät suurelta osin sillä, ettei muutamaa kysymyslistalla käsiteltävistä prosesseista suoriteta ollenkaan Patricompilla, mm. 5.12 Stripping, 5.14 Nickel and Copper Electroforming ja Titanium Cleaning, Etching and Handling. Lisäksi kysymykset, joille ei löytynyt suoraa vastausta, on merkitty tähän sarakkeeseen.

Hieman yli neljäkymmentä prosenttia vastauksista merkittiin sarakkeeseen **kyllä**. Näillä vastauksilla on lähes kaikissa kohdissa vastaus perusteluineen ja viittaukset dokumentteihin mihin ne pohjautuvat. Näiden vastauksien pitäisi olla siis selviä tapauksia.

Lähes neljännes vastauksista merkittiin kuitenkin kohtaan **ei**. Näitä vastauksia kannattaa alkaa purkamaan ensimmäisenä ammattilaisten toimesta. Suuri osa näistä kysymyksistä on helposti siirrettävissä **kyllä** -sarakkeeseen, kunhan oikea dokumentti kohdistetaan siihen. Muutaman kuukauden perehtyminen ei antanut mahdollisuutta käydä läpi kaikkea materiaalia yrityksestä, eikä se ollut tarkoituskaan, joten tehtävää jäi myös Patricompin työntekijöille tämän osalta. Osa kysymyksistä on kuitenkin perustellusti merkitty tähän sarakkeeseen, esim. puutteellisen työohjeen takia tai jonkin muun havaitun poikkeaman takia.

Taulukko 4. Laskuri kysymyslistan vastauksista kappaleittain jaoteltuna.

			1	QUALITY SYSTEM APPROVAL AND OTHER GENERAL REQUIREMENTS
			2	INSTRUCTIONS TO SUPPLIER TO BE AUDITED
YES	N/A	NO	3	GENERAL QUALITY SYSTEM
0	2	3	3.1	Process Integrity
1	0	3	3.2	Training, Qualification, and Evaluation of Planning, Processing, Inspection, and Testing Personnel.
20	9	2	3.3	Job Documentation
3	0	2	3.4	Process and Quality Planning
1	0	1	3.5	Purchasing-Source Selection
2	0	3	3.6	Receiving Procedure
5	0	1	3.7	Housekeeping
7	0	3	3.8	Control of Non-Conforming Parts
2	0	0	3.9	Product Packaging & Delivery
2	0	0	3.10	Calibration of Process and Testing Equipment
3	1	0	3.11	Internal Quality Audits
			4	PERIODIC, LOT TESTING & SOLUTION ANALYSIS
10	0	1	4.1	Specification Compliance
2	0	6	4.2	Periodic Test Documentation
5	0	2	4.3	Test Piece Control
0	0	18	4.4	Test Failure, Replacement Testing and Retesting of Periodic Test Pieces
2	2	3	4.5	Process Control Laboratory Procedures (Solution Analysis)
			5	PROCESS EQUIPMENT CONTROL AND MAINTENANCE
15	6	11	5.1	General
3	0	0	5.2	Maintenance Procedures

17	1	1	5.3	Process Line Equipment
0	28	0	5.4	Ovens for Thermal Treatments at a set point above 250°F (121°C)
0	0	2	5.5	Ovens for Thermal Treatments with a set point at or below 250°F (121°C) or for Miscellaneous Heating Processes, e.g. Part Drying.
3	1	1	5.6	Cleaning Procedures: General
0	8	0	5.7	Mechanical cleaning
2	4	0	5.8	Chemical Cleaning Prior to Chemical Processing
4	1	0	5.9	Masking
0	0	6	5.10	Power Supplies
1	0	0	5.11	Timers
0	8	0	5.12	Stripping
4	0	0	5.13	Brush Plating
0	4	0	5.14	Nickel and Copper Electroforming
0	14	0	5.15	Titanium Cleaning, Etching and Handling
0	4	0	5.16	Electropolishing
2	0	0	5.17	Inspection
-	-	-	6	COMPLIANCE
116	93	69		Yhteensä 278

8 Yhteenveto

Insinööriyön aiheena Nadcapin tarkastukseen perehtyminen oli haastava ja laajempi kokonaisuus kuin odotin, mutta sitäkin opettavaisempi. Työn aloittaminen oli haastavinta, koska pelkästään Patricompin toiminnan hahmottaminen oli haastavaa kaikkine ilma-lualaan liittyvine käytäntöineen ja määräyksineen. Onneksi tuttujakin asioita löytyi, kuten pintakäsittely linjasto tuntemattomilla tuotantonimekkeillä, mutta tutuilla prosesseilla varustettuna. Pikkuhiljaa termit, työmääräimet ja muut uudet asiat tulivat tutuiksi ja tarkkai- leminen vaihtui työksi.

Nadcapin kysymyslistan muokkaaminen käsiteltävään muotoon oli ensimmäinen haaste, mutta silti helpoin askel. Kysymyslistan kysymykset eivät olleet paikoin selviä edes pit- kään alalla työskenneille ammattilaisille, joten oli pakko luopua ajatuksesta, että kaikkiin

kysymyslistan kysymyksiin tulisi vastaus insinööriyön aikana. Ongelmana ei ollut kysymysten kääntäminen suomeksi, vaan niiden tulkitseminen. Kysymysten pohjalta syntyi kuitenkin hyviä keskusteluja, vaikka lopputulos jäi sen jälkeenkin auki.

Pintakäsittely prosesseihin tai yleensä Patricompin toimintaan ei ole kovin helppoa lähteä kehittämään, koska asiakkailta tulevat säädökset rajaavat tarkasti toiminnan. Kehittämisehdotuksissa en pyrkinyt keksimään uutta, vaan keskittymään pieniin tekijöihin, joilla olemassa olevaa toimintamallia viilataan paremmaksi.

Opin insinööriyötä tehdessä entistä laajemmin englantia, ammattisanastoa ja teknistä sanastoa. Pintakäsittelyn kursseilta tutuiksi tulleet prosessit muuttuivat konkreettisiksi linjastoiksi ja osiksi, joita ne valmistivat. Muutaman takaiskun ja aikataulun venymisen huolimatta, raportointi osuus kuitenkin sai parhaiten sisäistämään ja ymmärtämään mitä oikeasti työssä oli tarkoituksena.

Lähteet

- 1 PRI. 2016. Verkkodokumentti. <<http://p-r-i.org/nadcap/about-nadcap/>> Luettu 18.3.2016.
- 2 The Boeing Company. 2010. Nadcap Accreditation. Verkkodokumentti. <http://www.boeingsuppliers.com/nadcap/nadcap_faq.htm#top3> 2010 Luettu 3.2.2016.
- 3 SC21 Accreditation Special Interest Group. 2008. The benefits of holding Nadcap Accreditation. <<http://www.sc21.org.uk/useful-links/>> Luettu 15.3.2016.
- 4 Grubb, Terry. 2012. Nadcap –Hard work, but worth the effort? Verkkodokumentti. <<http://www.aero-mag.com/features/40/20129/1576/>> 28.9.2012 Luettu 1.6.2015.
- 5 Lewis, Jim. 2014. Nadcap OPERATING PROCEDURE. 8.5.2014. Pdf-dokumentti.
- 6 PRI. 2016. Verkkodokumentti. <<http://p-r-i.org/nadcap/accreditation/>> Luettu 21.3.2016.
- 7 Cook, Nigel. 2013. Nadcap TASK GROUP GENERAL OPERATING PROCEDURE. Pdf-dokumentti.
- 8 Nadcap AUDIT CRITERIA FOR CHEMICAL PRECESSING. 01/1995. Päivitetty 8.9.2014. Pdf-dokumentti.
- 9 Cook, Nigel. 2014. Chemical Processing Task Group Audit Handbook. Pdf-dokumentti.
- 10 Graham, Michael. 2014. Nadcap AUDIT FAILURE PROCESS 17.6.2014. Pdf-dokumentti.
- 11 Lizewski, Bob. 2014. Nadcap Supplier Advisory 25.11.2014. Pdf-dokumentti.
- 12 KVM – Lehti. 2015. <<http://www.kmvlehti.fi/Uutiset/1194984415242/artikkeli/patricompin+omistaja+vaihtuu+tyopaikkojen+uskotaan+lisaantyyvan.html>> Luettu 23.4.2016.
- 13 Patricomp. 2016. Verkkodokumentti. <<http://www.patricomp.fi/index.php?k=1>> Luettu 23.4.2016.
- 14 Patricomp. Työohjeet.

- 15 Tikkala, Timo. 2010. Tilastollisen prosessinohjauksen aloitus ekstruusiolinjalla. Opinnäytetyö-HAMK.
- 16 Cook, Nigel. 2013. Top NCRs – 2013. Pdf-dokumentti.

Kysymyslista s.13- AUDIT CRITERIA FOR CHEMICAL PROCESSING

PRI

AC7108 Revision G

- 13 -

	collected and analysed in order to identify opportunities for improvement? <i>Compliance Assessment Guidance: See AS9100 section 8.1 & 8.4. Such data may include inspection rejects, customer rejects/complaints, key characteristics and process capability data.</i>			
3.1.1.2	Is there evidence that the identified data is collected and analysed?	YES	NO	
3.1.1.3	If the data has shown an opportunity for improvement in the Chemical Process area is the process improvement in progress or has it been implemented <i>Compliance Assessment Guidance: NA applies if the analysis has shown the best opportunities are in non-chemical process areas.</i>	YES	NO	NA
3.1.2	Sampling Plans			
3.1.2.1	Are inspection and test personnel trained in procedures and techniques for using sampling plans? <i>Compliance Assessment Guidance: NA applies if sampling plans are not used.</i>	YES	NO	NA
3.1.2.2	If used, are supplier-developed sampling plans available for review and approved by the customer when required by contract? <i>Compliance Assessment Guidance: NA applies if supplier developed sampling plans are not used.</i>	YES	NO	NA
3.2	Training, Qualification, and Evaluation of Planning, Processing, Inspection, and Testing Personnel. <i>Compliance Assessment Guidance: Section NA applies if a modified scope audit. Processing personnel includes all personnel involved in processing the part including masking, blasting, demasking etc.</i>	SECTION NA		
3.2.1	Has the competency for all personnel functions affecting conformity to chemical process requirements been defined, including processing personnel, testing/inspection personnel and planning personnel?	YES	NO	
3.2.2	For those functions identified in 3.2.1, do records show that training or other actions were taken to achieve the necessary competence?	YES	NO	
3.2.3	Is there evidence that the effectiveness of these actions was evaluated?	YES	NO	
3.2.4	Have operations/tasks that affect conformity to chemical process requirements (e.g. planning, processing, inspection) been carried out correctly?	YES	NO	
3.3	Job Documentation <i>Compliance Assessment Guidance: Section NA applies if a modified scope audit.</i>	SECTION NA		
3.3.1	Does shop paper/traveler, which accompanies each lot, contain as a minimum the following information:			

Työohjeiden vertailutaulukko

Embrear NE 41-013			
	Patricomp PC-TO-043-011 G		
Kappale	Vastine	Täsmääkö	Lisätiedot
1.	1.	Yes	
2.		NA	Liittyvät dokumentit
3.1	1.	Yes	
3.2	3.6	Yes	
3.3	3.6	Yes	
3.4		NA	
4.1	PC-TO-043-006	Yes	
4.2	3.	Yes	
4.3.1	3.5	Yes	
4.3.2	3.5	Yes	
4.3.3	3.7	Yes	
4.3.4	4.4	Yes	
4.4		NA	Design parametres
4.5.1	PC-TO-043-006	Yes	
4.5.2	PC-TO-043-015	Yes	
4.5.3	PC-TO-043-015 (4.7)	Yes	
4.5.4	3.4	Yes	
4.5.5	3.5	Yes	
4.5.6	PC-TO-043-015 (4.7)	Yes	
4.5.7	4.1+PC-TO-043-015	Yes	
4.5.8	PC-TO-043-015	Yes	
4.6	4.	Yes	
4.7	4.5	Yes	
4.8	4.4	Yes	
4.9	4.1	Yes	

Työohjeiden korjaustaulukko

Virheen kuvaus	Korjausehdotus
Määritetty paikallinen kromatoinnin Type väärin.	Nykyinen ohje, pensseli ja kynä Alodine Type 1 -> Type 3 tai sitten poistaa tämä luokittelu/määrittäminen kokonaan tarpeettomana, koska ei mielestäni tarpeellinen Patricompin ohjeessa ollenkaan.
Epämääräinen ohjeistus ripustusjälkien koosta.	Tarkentaa ohjetta; "Bare spots occurring at contact points that do not exceed 2.4 mm (3/32 in) in any direction and only one bare spot up to 3.5 mm (0.138 in) do not require touch up." Eli ripustusjäljet ei saa olla halkaisijaltaan yli 2,4 mm ja enintään yksi pinnoittamaton kohta 3,5 mm.
Taulukossa on 3 eri aikaa anodisoinnille. Kerrotut ajatat suomeksi ja englanniksi eivät täsmää, eikä myöskään viereisen sarakkeen arvo.	Arvot tulee korjata oikeaan tai hakea poikkeusta. NE40-030-AB = 40 ± 5 min ABP_1-1023_2014-07_10 = 30 - 45 min 80-T-35-2100 page 8. = 5±1 ja 30±5 = 35±6 Rajattu väli = 35-41 min
Useita kohtia. Erilaiset raja-arvot ja lämpötilat liuoksilla.	Haittaavatko poikkeamat, koska eurocopterilta on hyväksyntä nykyisille? Asiakkaan työohjeissa on kahdet arvot alodinelle, toiset normaalit ja toiset korkeammat arvot "extreme" nimikkeellä, jotka huomattavasti korkeammat. Joten haittaako, jos PC ohjeessa on normaali tasoa korkeammat arvot?
Turco 4215 NC-LT, Patricompin raja-arvot suuremmat kuin asiakkaiden.	Etsiä Low temperature arvot ja tarkastaa ne tai hakea poikkeamaa vahvemmalle liuokselle, koska se toimii matalammassa lämpötilassa.
Turco SmutGo ABP - ohjeen arvot aivan erilaisessa muodossa kuin verrokkia arvot.	Muokata raja- arvot vertailukelpoisiksi keskenään.
CAA NE40 - ohjeen arvot poikkeavat Patricompin raja-arvoista	Tarkastaa, kelpaavatko PC- arvot vai pitääkö ne muuttaa NE40- rajojen sisään
Alodine NE40 - ohjeen arvot poikkeavat Patricompin raja-arvoista	Tarkastaa, kelpaavatko PC- arvot vai pitääkö ne muuttaa NE40- rajojen sisään
Kappale numerointi sekaisin	Seuraavalla kerralla kun korjaa dokumenttia korjaa myös sen.
Puhtaiden puuvilla hansikkaiden käyttö pintakäsittelyjen kappaleiden käsittelyssä, mutta niitä ei käytetä. Käytännössä kaikki asiakasohjeet vaativat tätä, ja monessa PC-ohjeessa tästä on mainittu mutta ei kaikissa. Käytäntö ei toteudu!	Hankitaan hansikkaita työpisteille ja vaatia niiden käyttämistä. Erityisen tärkeä, koska lukee kaikissa asiakas ohjeissa ja on erittäin näkyvä virhe.

Jostain ohjeista löytyy, peilitesti tehtävä kerran viikossa, mutta jossain maalausohjeissa ei.	Mielestäni olisi hyvä lisätä maalaamon yleisohjeeseen ja poistaa muista ohjeista. Vaihtoehtoisesti täydentää se kaikkiin maalaamon ohjeisiin.
Turvallisuus ja henkilösuojat	<p>Tehdä kokonaan turvallisuusohje pintakäsittely puolelle, joka sisältää pintakäsittelyn ja maalaamon toiminnan.</p> <p>1. Yleinen ohjeistus suojavarustuksesta kun ollaan tekemisissä haitallisten ja syövyttävien aineiden kanssa. Sisältäisivät ainakin suojalasit, pitkähihaisen työtakin ja housut nestettä hylkivästä kankaasta, ym. Maalaaamossa jo erittäin hyvät suojavarusteet, mutta ei lue ohjeessa.</p> <p>2. Toiminta vahingon sattuessa</p>